

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΘΗΝΩΝ**



**ATHENS UNIVERSITY  
OF ECONOMICS  
AND BUSINESS**

# Τεχνολογία Πολυμέσων

**Ενότητα # 15: Κωδικοποίηση βίντεο: H.264**

**Διδάσκων: Γεώργιος Ξυλωμένος**

**Τμήμα: Πληροφορικής**



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



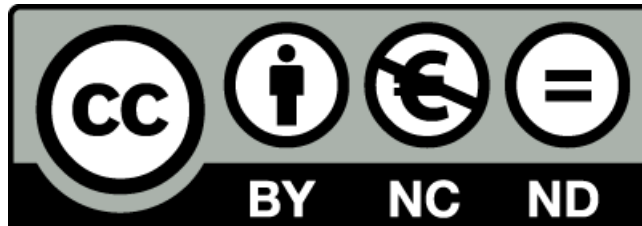
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



# Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Οι εικόνες προέρχονται από το βιβλίο «Τεχνολογία Πολυμέσων και Πολυμεσικές Επικοινωνίες», Γ.Β. Ξυλωμένος, Γ.Κ. Πολύζος, 1<sup>η</sup> έκδοση, 2009, Εκδόσεις Κλειδάριθμος.



# Σκοποί ενότητας

- Κατανόηση των χαρακτηριστικών του H.264 που βελτιώνουν τη δικτυακή υποστήριξη.
- Εισαγωγή στα νέα εργαλεία κωδικοποίησης βίντεο και τους στόχους τους και εξοικείωση με τα προφίλ και επίπεδα του προτύπου.
- Κατανόηση των υποστηριζόμενων τεχνικών ανάκαμψης από σφάλματα και των εργαλείων κλιμακώσιμης κωδικοποίησης.

# Περιεχόμενα ενότητας

- Εισαγωγή
- Δικτυακή υποστήριξη
- Κωδικοποίηση βίντεο
- Προφίλ και επίπεδα
- Ανάκαμψη από σφάλματα
- Κλιμακώσιμη κωδικοποίηση

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΘΗΝΩΝ**



**ATHENS UNIVERSITY  
OF ECONOMICS  
AND BUSINESS**

# Εισαγωγή

**Μάθημα:** Τεχνολογία Πολυμέσων, **Ενότητα # 15:** Κωδικοποίηση βίντεο:  
H.264

**Διδάσκων:** Γιώργος Ξυλωμένος, **Τμήμα:** Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

# Τι είναι το H.264; (1 από 3)

- Κοινό πρότυπο δύο οργανισμών
  - ITU-T H.264/AVC (2004)
  - ISO/IEC MPEG-4 Part 10
    - Διαφορετικό από το MPEG-4 Part 2
- Πιο αποδοτικό στη συμπίεση
  - Διπλάσια σε σχέση με MPEG-2
    - Τριπλάσιος υπολογιστικός φόρτος
    - Παρά τις απλοποιήσεις στο DCT

# Τι είναι το H.264; (2 από 3)

- Πιο φιλικό στο δίκτυο
  - Κατάλληλο για επικοινωνία (όπως το H.263)
  - Κατάλληλο για διανομή (όπως το MPEG-4 Part 2)
  - Μεγαλύτερη αντοχή σε σφάλματα
- Πιο ευέλικτο στη χρήση
  - Τυχαία προσπέλαση και αλλαγές κεφαλαίων
  - Γρήγορη/αργή κίνηση προς τα εμπρός/πίσω



# Τι είναι το H.264; (3 από 3)

- Εξέλιξη προηγούμενων προτύπων
  - Ιδέες από MPEG-4 Part 2 και H.263
    - Χωρίς όμως την έμφαση στα αντικείμενα
  - Ενοποιεί τα προηγούμενα πρότυπα
  - Συνεχίζεται με H.265/HEVC (2013), H.266/VVC (2020)
- Εφαρμογές
  - Bluray
  - HDTV
  - Web Video

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΘΗΝΩΝ**



**ATHENS UNIVERSITY  
OF ECONOMICS  
AND BUSINESS**

# Δικτυακή υποστήριξη

**Μάθημα:** Τεχνολογία Πολυμέσων, **Ενότητα # 15:** Κωδικοποίηση βίντεο:  
H.264

**Διδάσκων:** Γιώργος Ξυλωμένος, **Τμήμα:** Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

# Δικτυακή υποστήριξη (1 από 5)

- Διάκριση προτύπου σε δύο τμήματα
  - Video Coding Layer (VCL)
  - Network Abstraction Layer (NAL)
- NAL: προσαρμογή σε συστήματα μετάδοσης
  - RTP/UDP/IP για δίκτυα IP
  - MPEG-2 TS για τηλεόραση
  - Αρχεία για αποθήκευση και μηνύματα
  - Πρότυπα H.32x για τηλεδιάσκεψη

# Δικτυακή υποστήριξη (2 από 5)

- Τεμαχισμός σε μονάδες NAL (NALU)
  - Ξεκινάει με κεφαλίδα 1 byte
  - Μετάδοση σε δίκτυα πακέτων
    - Απευθείας εισαγωγή σε πακέτα δικτύου (π.χ. RTP)
    - Τεμαχισμός μεγάλων ή ομαδοποίηση μικρών NALU
  - Μετάδοση σε δίκτυα ροής byte
    - Κάθε πακέτο ξεκινάει με 3 byte πλαισίωσης
    - Εισαγωγή byte για αποφυγή λανθασμένης πλαισίωσης

# Δικτυακή υποστήριξη (3 από 5)

- Δύο είδη NALU
  - VCL: περιέχουν πληροφορίες βίντεο
  - Non-VCL: σύνολα παραμέτρων, χρονισμός
- Σύνολα παραμέτρων
  - Κοινές παράμετροι για πολλά VCL NALU
  - Στέλνονται πριν από τα δεδομένα εικόνας
  - Μπορεί να στέλνονται με μεγαλύτερη αξιοπιστία
    - Είτε με χωριστό αξιόπιστο κανάλι
    - Είτε με πρόσθετη προστασία (π.χ. επανάληψη)

# Δικτυακή υποστήριξη (4 από 5)

- Σύνολα παραμέτρων
  - Δύο επίπεδα: ακολουθίας και καρτέ
  - Παράμετροι καρτέ: αναφέρονται σε ακολουθίας
  - VCL NALU: αναφέρονται σε παραμέτρους καρτέ
- Μονάδα πρόσβασης
  - Όλα τα NALU που αναφέρονται σε ένα καρτέ
    - Πληροφορίες χρονισμού και εντοπισμού
    - Τμήματα κωδικοποιημένης εικόνας
    - Τμήματα κωδικοποιημένα με χαμηλότερη ποιότητα

# Δικτυακή υποστήριξη (5 από 5)

- Ακολουθίες βίντεο
  - Σύνολο μονάδων πρόσβασης
  - Ίδιο σύνολο παραμέτρων για όλες
  - Αποκωδικοποιούνται αυτόνομα
  - Ξεκινάνε με καρέ που δεν αναφέρεται σε άλλα
  - Παρόμοιες με GOP στο MPEG-2

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΘΗΝΩΝ**



**ATHENS UNIVERSITY  
OF ECONOMICS  
AND BUSINESS**

# Κωδικοποίηση βίντεο

**Μάθημα:** Τεχνολογία Πολυμέσων, **Ενότητα # 15:** Κωδικοποίηση βίντεο:  
H.264

**Διδάσκων:** Γιώργος Ξυλωμένος, **Τμήμα:** Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης





# Τμήματα (1 από 4)

- Video Coding Layer (VCL)
  - Αξιοποιεί γνωστές τεχνικές κωδικοποίησης
    - Επέκταση H.263 και MPEG-4 Part 2
  - Πολλές επί μέρους βελτιώσεις
    - Όλες μαζί συνεισφέρουν στη βελτιωμένη συμπίεση
- Τεμαχισμός καρέ σε μακρομπλόκ
  - Τα μακρομπλόκ οργανώνονται σε τμήματα
  - Το πλήθος μακρομπλόκ ανά τμήμα είναι αυθαίρετο
    - Όχι ανά γραμμή όπως στο MPEG-2

# Τμήματα (2 από 4)

- Χρήση των τμημάτων
  - Αποκωδικοποιούνται αυτόνομα
  - Επιτρέπουν συγχρονισμό μετά από σφάλματα
    - Ξεκινούν με ειδικό κωδικό
  - Προσαρμογή στο μέγεθος των πακέτων δικτύου
    - Ιδανικά: ένα τμήμα ανά πακέτο
  - Τα πιο σημαντικά μπορεί να επαναλαμβάνονται

# Τμήματα (3 από 4)

- Ευέλικτη ταξινόμηση μακρομπλόκ (FMO)
  - Τμήματα με μή συνεχόμενα μακρομπλόκ
    - Χρήση χάρτη για αντιστοίχιση σε τμήματα
  - Διάφορα είδη ταξινόμησης
    - Ανάλογα με τις ανάγκες
    - Διεμπλοκή μακρομπλόκ για αύξηση αξιοπιστίας
    - Διαχωρισμός σημαντικών για πρόσθετη προστασία

# Τμήματα (4 από 4)

- Προσαρμοστική ταξινόμηση τμημάτων (ASO)
  - Μετάδοση τμημάτων με αυθαίρετη σειρά
- Τύποι τμημάτων
  - Τμήμα I: μόνο μακρομπλόκ χωρίς πρόβλεψη
  - Τμήμα P: και μακρομπλοκ με απλή πρόβλεψη
  - Τμήμα B: και μακρομπλόκ με διπλή πρόβλεψη
  - Τμήμα SP/SI: χρήση για τυχαία προσπέλαση

# Ενδοπλαισιακή (1 από 3)

- Ενδοπλαισιακή κωδικοποίηση (μακρομπλόκ-1)
- Πρόβλεψη από μπλοκ και στο ίδιο καρέ
  - Πρέπει να προηγούνται στη σειρά εμφάνισης
    - Μπορεί να είναι διαπλαισιακά κωδικοποιημένα!
  - Δεν επιτρέπεται πρόβλεψη έξω από το τμήμα
- Περιορισμένη ενδοπλαισιακή κωδικοποίηση
  - Πρόβλεψη μόνο από ενδοπλαισιακά μπλοκ
  - Ένα καρέ-1 αποτελείται μόνο από τέτοια

# Ενδοπλαισιακή (2 από 3)

- Πρόβλεψη σε περιοχές 4x4 ή 16x16
- 4x4 για μεγαλύτερη λεπτομέρεια
  - Διάφοροι τύποι πρόβλεψης
    - Πάντα μέσα στο ίδιο καρέ και τμήμα!
  - Μέση τιμή εικονοστοιχείων πάνω / αριστερά
  - Αντίστοιχα εικονοστοιχεία πάνω από το μπλοκ
  - Αντίστοιχα εικονοστοιχεία αριστερά από μπλοκ
  - Αντίστοιχα με διάφορες διαγώνιους

# Ενδοπλαισιακή (3 από 3)

- 16x16 για φόντο ή απλές περιοχές
  - Λιγότεροι τύποι πρόβλεψης
  - Μέση τιμή, εικονοστοιχεία πάνω / αριστερά
- Στο τέλος μετασχηματισμός DCT
  - Των διαφορών από τις προβλέψεις
- Ασυμπίεστα μπλοκ (PCM)
  - Τιμές των δειγμάτων χωρίς συμπίεση
  - Για περίπλοκα μπλοκ και υψηλή ποιότητα

# Διαπλασιακή (1 από 6)

- Διαπλασιακή κωδικοποίηση (μακρομπλόκ-P)
- Επιτρέπονται διάφορα μεγέθη μπλοκ
  - Μεγέθη 16x16, 16x8, 8x16 ή 8x8
    - Προέρχονται από το κλασικό μακρομπλόκ
  - Τα 8x8 μπορεί να διαιρούνται σε 8x4, 4x8 ή 4x4
    - Προέρχονται από τη διάσπαση του μακρομπλόκ
  - Κάθε μπλοκ έχει το δικό του διάνυσμα κίνησης



# Διαπλασιασική (2 από 6)

- Διάφοροι τύποι πρόβλεψης
  - Κλασική μορφή GOP
  - Χωρίς καρέ-B για τηλεδιάσκεψη
  - Πολλά καρέ αναφοράς
    - Τα διανύσματα κίνησης περιέχουν και αναφορές
  - Ιεραρχική πρόβλεψη
    - Σταδιακή αποκωδικοποίηση και πρόβλεψη
    - Επιτρέπει πρόβλεψη από καρέ-B σε καρέ-B

# Διαπλαισιακή (3 από 6)

- Μη ακέραια διανύσματα κίνησης
  - 1,  $\frac{1}{2}$  ή  $\frac{1}{4}$  εικονοστοιχείου σε κάθε διάσταση
- Μπλοκ αναφοράς με  $\frac{1}{2}$  εικονοστοιχείο
  - Σχηματίζονται με φίλτρο
  - Γραμμικός συνδυασμός +/-3 γειτονικών
- Μπλοκ αναφοράς με  $\frac{1}{4}$  εικονοστοιχείο
  - Μέσοι όροι γειτονικών
    - Εικονοστοιχεία σε ακέραιη και  $\frac{1}{2}$  απόσταση

# Διαπλασιακή (4 από 6)

- Διανύσματα εκτός του καρέ αναφοράς
  - Υποθέτουμε ότι επαναλαμβάνονται οι ακραίες τιμές
- Διαφορική κωδικοποίηση διανυσμάτων κίνησης
  - Πρόβλεψη μόνο μέσα στο ίδιο τμήμα
  - Μπορεί να είναι κατευθυντική ή με μέσο όρο
- Απλή πρόβλεψη (P\_Skip)
  - Δεν μεταδίδεται σχεδόν τίποτα!
  - Ίδιο μπλοκ με προηγούμενη εικόνα
  - Ίδιο διάνυσμα με προηγούμενο

# Διαπλασιακή (5 από 6)

- Διαπλασιακή κωδικοποίηση (μακρομπλόκ-B)
  - Γενίκευση των καρτέ-B
    - Μπορούν να χρησιμοποιούνται ως μπλοκ αναφοράς
    - Χρησιμοποιούν συνδυασμό προβλέψεων
  - Τέσσερις τύποι πρόβλεψης
    - Δύο λίστες εικόνων, συνδυασμός και άμεση
    - Η άμεση βασίζεται σε πρόβλεψη
  - Επιτρέπονται διάφορα μεγέθη μπλοκ

# Διαπλασιακή (6 από 6)

- Συνδυασμός προβλέψεων
  - Χρήση βαρών και αποστάσεων στο διάνυσμα
    - Προστίθεται η απόσταση στα εικονοστοιχεία
    - Σταθμίζεται κάθε μπλοκ ανάλογα με το βάρος

# Μετασχηματισμός (1 από 2)

- Ακέραιος μετασχηματισμός DCT
  - Πίνακας πολλαπλασιασμού με ακέραιες τιμές
    - Μεγάλη απλοποίηση των υπολογισμών
    - Δεν έχουμε σφάλματα στρογγυλοποίησης
    - Αντιστροφή χωρίς απώλειες
  - Χρήση ακέραιης αριθμητικής 16 bit
    - Παλιότερες μέθοδοι απαιτούν 32 bit

# Μετασχηματισμός (2 από 2)

- Προαιρετικά σε μπλοκ 4x4 αντί 8x8
  - Επιτρέπονται περισσότεροι τύποι πρόβλεψης
  - Άρα οι διαφορές είναι μικρότερες
  - Καλύτερη ποιότητα στις ακμές
  - Απλούστεροι υπολογισμοί με μικρότερους αριθμούς
- Οι DC περνάνε από δεύτερο μετασχηματισμό
  - Νέος πίνακας με τους DC κάθε μπλοκ 4x4
  - Βελτιώνει συμπίεση σε ομοιόμορφες περιοχές

# Κβαντοποίηση

- Μοναδικός συντελεστής κβαντοποίησης
  - Με 52 δυνατές τιμές (0-51)
  - Καθορίζει ένα βήμα κβαντοποίησης
  - Ο πίνακας παράγεται από το συντελεστή
- Λογαριθμική αντί γραμμικής κβαντοποίησης
  - Κάθε 6 τιμές διπλασιάζεται το βήμα
  - Κάθε τιμή αυξάνει το βήμα κατά 12%



# Κωδικοποίηση εντροπίας (1 από 3)

- Επιλογή 1: κωδικοποίηση μεταβλητού μήκους
- Κώδικας ExpGolomb για απλά δεδομένα
  - Κωδικοποιεί οποιονδήποτε αριθμό
  - Λιγότερα bit για μικρούς αριθμούς
  - Μορφή: πρόθεμα1επίθεμα
  - Το πρόθεμα (μηδενικά) κωδικοποιεί το μέγεθος
  - Το επίθεμα κωδικοποιεί την τιμή

# Κωδικοποίηση εντροπίας (2 από 3)

- Κώδικας CAVLC για τους συντελεστές
  - Πολλοί πίνακες για κάθε είδος
  - Αλλάζουν ανάλογα με τις τιμές του μπλοκ
    - Πόσα μη μηδενικά έχει
    - Πόσες μονάδες έχει στο τέλος
    - Τι άλλους συντελεστές έχουμε
    - Μηδενικά ανάμεσά τους
  - Καλύτερη συμπίεση σε σχέση με έναν πίνακα

# Κωδικοποίηση εντροπίας (3 από 3)

- Επιλογή 2: αριθμητική κωδικοποίηση
  - Και αυτή προσαρμοστική (CABAC)
  - Αρχικά όλα γίνονται ακέραιοι
  - Στη συνέχεια επιλέγεται μοντέλο πρόβλεψης
    - Ουσιαστικά είναι μοντέλο των πιθανοτήτων
  - Κωδικοποίηση μόνο με ακέραιες πράξεις
    - Κλιμάκωση της κλασικής αριθμητικής κωδικοποίησης
  - Βελτιώνει τη συμπίεση κατά 5-15%

# Φίλτρο deblocking

- Σε χαμηλό ρυθμό bit εμφανίζονται ατέλειες
  - Τα άκρα προσεγγίζουν τη μέση τιμή
  - Τα γειτονικά μπλοκ κωδικοποιούνται ανεξάρτητα
- Το φίλτρο μειώνει τις ατέλειες
  - Εξετάζει τα εικονοστοιχεία σε γειτονικά μπλοκ
  - Διαφορές > συντελεστή κβαντοποίησης μένουν
  - Μικρότερες διαφορές φιλτράρονται
  - Μειώνει το ρυθμό κατά 5-10% με ίδια ποιότητα

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΘΗΝΩΝ**



**ATHENS UNIVERSITY  
OF ECONOMICS  
AND BUSINESS**

# Προφίλ και επίπεδα

**Μάθημα:** Τεχνολογία Πολυμέσων, **Ενότητα # 15:** Κωδικοποίηση βίντεο:  
H.264

**Διδάσκων:** Γιώργος Ξυλωμένος, **Τμήμα:** Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

# Σύνολα χαρακτηριστικών (1 από 2)

- Σύνολα χαρακτηριστικών H.264/AVC
  - 0: τμήματα I και P, κωδικοποίηση Huffman
  - 1: μη συνεχόμενα τμήματα και μπλοκ, επανάληψη τμημάτων
  - 2: τμήματα SP/SI, διάκριση δεδομένων τμήματος
  - 3: τμήματα B, πρόβλεψη με βάρη
  - 4: αριθμητική κωδικοποίηση

# Σύνολα χαρακτηριστικών (2 από 2)

- Προφίλ: ποια εργαλεία επιτρέπονται
  - Baseline: σύνολα 0 και 1 (αξιοπιστία)
  - Main: σύνολα 0, 3 και 4 (απόδοση)
  - Extended: σύνολα 0, 1, 2 και 3
- Επίπεδο: τιμές βασικών παραμέτρων
  - 15 επίπεδα, ίδια για όλα τα προφίλ
  - Ανάλυση, ρυθμός μακρομπλόκ, ρυθμός bit

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΘΗΝΩΝ**



**ATHENS UNIVERSITY  
OF ECONOMICS  
AND BUSINESS**

# Ανάκαμψη από σφάλματα

**Μάθημα:** Τεχνολογία Πολυμέσων, **Ενότητα # 15:** Κωδικοποίηση βίντεο:  
H.264

**Διδάσκων:** Γιώργος Ξυλωμένος, **Τμήμα:** Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης





# Ανάκαμψη (1 από 4)

- Ο κωδικοποιητής παρέχει πολλά εργαλεία
- Δύο είδη ενδοπλαισιακών μακρομπλόκ
  - Περιορισμένα: πρόβλεψη από ενδοπλαισιακά
- Τμήματα εικόνας σε μέγεθος πακέτων
  - Περιορίζει ζημιά από την απώλεια ενός πακέτου
- Επιλογή εικόνας αναφοράς
  - Επιτρέπει την παράκαμψη χαμένων μπλοκ

# Ανάκαμψη (2 από 4)

- Σύνολα παραμέτρων
  - Μπορούν να στέλνονται με αυξημένη αξιοπιστία
- Ευέλικτη ταξινόμηση μακρομπλόκ
  - Διεμπλοκή για ανάκαμψη από σφάλματα
- Πλεονάζοντα τμήματα
  - Επανάληψη σημαντικών τμημάτων της εικόνας
  - Κωδικοποίηση με χαμηλότερη ποιότητα

# Ανάκαμψη (3 από 4)

- Κατάτμηση δεδομένων σε τρία μέρη
  - A: Τύποι μακρομπλόκ, διανύσματα, κβαντοποιητής
  - B: Ενδοπλαισιακά κωδικοποιημένα μπλοκ
  - C: Διαπλαισιακά κωδικοποιημένα μπλοκ
  - Φθίνουσα σειρά σπουδαιότητας
    - Η κατάτμηση A είναι απαραίτητη για τις B και C
    - Η A επιτρέπει απόκρυψη σφαλμάτων
    - Μπορούμε να έχουμε διαφορετική μεταχείριση στο δίκτυο

# Ανάκαμψη (4 από 4)

- Σήμανση NALU
  - Κάθε NALU έχει προτεραιότητα στην κεφαλίδα
    - Το δίκτυο μπορεί να κάνει επιλεκτική απόρριψη
    - Συνδυάζεται με την κατάτμηση δεδομένων
  - Απαγορευμένο bit: χαλασμένα δεδομένα
    - Επιτρέπει στον αποκωδικοποιητή να δράσει

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΘΗΝΩΝ**



**ATHENS UNIVERSITY  
OF ECONOMICS  
AND BUSINESS**

# Κλιμακώσιμη κωδικοποίηση

**Μάθημα:** Τεχνολογία Πολυμέσων, **Ενότητα # 15:** Κωδικοποίηση βίντεο:  
H.264

**Διδάσκων:** Γιώργος Ξυλωμένος, **Τμήμα:** Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

# Κλιμάκωση (1 από 5)

- Επέκταση Scalable Video Coding (SVC)
  - Πολλαπλές αναλύσεις/ποιότητες/ρυθμοί καρέ
    - Τρία νέα κλιμακώσιμα επίπεδα
  - Μερική μετάδοση ή αποκωδικοποίηση της ροής
  - Ίδια ποιότητα με απλή ροή (μη κλιμακώσιμη)
  - Εύκολη εξαγωγή μη κλιμακώσιμης ροής
  - Μικρή αύξηση του ρυθμού μετάδοσης
  - Μικρή αύξηση πολυπλοκότητας αποκωδικοποίησης
    - Σε σχέση με MPEG-2 και MPEG-4 part 2

# Κλιμάκωση (2 από 5)

- Στόχοι του SVC
  - Υποστήριξη ετερογενών τερματικών
  - Υποστήριξη ετερογενών δικτύων
- Τύποι κλιμάκωσης
  - Χρονική κλιμάκωση (ρυθμός καρτέ)
    - Υποστηρίζεται ήδη σε μεγάλο βαθμό από το H.264/AVC
  - Χωρική κλιμάκωση (διάφορες αναλύσεις)
    - Επιτρέπονται πολλοί λόγοι διαστάσεων στην ίδια ροή
  - Κλιμάκωση ποιότητας (ακρίβεια εικόνας)

# Κλιμάκωση (3 από 5)

- Κωδικοποίηση σε επίπεδα
  - Η ροή περιέχει σειρά από αριθμημένα επίπεδα
  - Το 0 δεν χρειάζεται ειδικό αποκωδικοποιητή
    - Αρκεί ένας απλός αποκωδικοποιητής H.264/AVC
  - Τα  $>0$  βελτιώνουν ανάλυση ή ποιότητα
    - Σε σχέση με (χαμηλότερο) επίπεδο αναφοράς
    - Κάθε εικόνα μπορεί να έχει διαφορετικό επίπεδο



# Κλιμάκωση (4 από 5)

- Πρόβλεψη ανάμεσα σε επίπεδα
  - Ανά μακρομπλόκ ή υποδιαίρεσεις του
  - Απλούστερη περίπτωση: ίδια με επίπεδο αναφοράς
    - Ενδοπλαισιακά μπλοκ: ίδιο με μπλοκ αναφοράς
    - Διαπλαισιακά μπλοκ: ίδια πρόβλεψη με μπλοκ αναφοράς
    - Τα μπλοκ αναφοράς και τα διανύσματα κλιμακώνονται
  - Αλλιώς, διαφορά από μπλοκ αναφοράς
    - Κλιμάκωση του μπλοκ αναφοράς πριν την αφαίρεση

# Κλιμάκωση (5 από 5)

- Ενιαία αποκωδικοποίηση για όλα τα επίπεδα
  - Δεν αποκωδικοποιείται κάθε επίπεδο χωριστά
- Χρονική κλιμάκωση
  - Αύξηση ρυθμού πλαισίου σε κάθε επίπεδο
  - Προσοχή στην επιλογή των καρτέ αναφοράς
    - Επιτρέπεται αναφορά μόνο σε χαμηλότερο επίπεδο

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΘΗΝΩΝ**

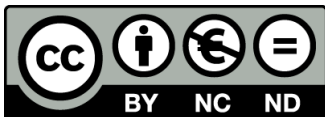


**ATHENS UNIVERSITY  
OF ECONOMICS  
AND BUSINESS**

# Τέλος Ενότητας #15

**Μάθημα:** Τεχνολογία Πολυμέσων, **Ενότητα # 15:** Κωδικοποίηση βίντεο:  
H.264

**Διδάσκων:** Γιώργος Ξυλωμένος, **Τμήμα:** Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ